

ระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT

PAPER CONE WATER CUP MANAGEMENT SYSTEM USING IOT

สุพัตรา เอี่ยมศรี¹

ณรงค์เดช กิริติพรานนท์²

บทคัดย่อ

ในมหาวิทยาลัยมีจุดบริการน้ำดื่มพร้อมแก้วกรวยกระดาษในกระบอก ปัญหาที่พบคือแก้วกรวยกระดาษหมดซึ่งบางครั้งแม่บ้านยังไม่นำแก้วมาเติม งานวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT เพื่อมาช่วยแก้ไขปัญหานี้ งานวิจัยนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์(Arduino) ร่วมกับเซนเซอร์อัลตราโซนิก (UltraSonic Sensor) เพื่อวัดค่าปริมาณของแก้วกระดาษ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกส่งต่อผ่านโปรโตคอล MQTT ไปจัดเก็บบนกูเกิลคลาวด์ (Google Cloud) รวมถึงมีการวิเคราะห์ปริมาณแก้วและแจ้งเตือนไปยังไลน์ (LINE) กลุ่มของผู้ดูแลแก้ว เพื่อทำการเติมแก้วได้อย่างเหมาะสมต่อไป จากการทดสอบของอุปกรณ์ต้นแบบซึ่งติดตั้งตรงตู้น้ำดื่ม พบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถแจ้งเตือนได้แบบเรียลไทม์(real-time) อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บข้อมูลลงใน คลาวด์(Cloud) ได้เป็นอย่างดี โดยให้บุคคลที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องในระบบงานและบุคลากรทดสอบและประเมินผลความพึงพอใจ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 4.53 บรรลุวัตถุประสงค์และขอบเขตของสารนิพนธ์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: ระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่

² ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์หลัก

ABSTRACT

Most academic institutes, such as schools or universities, provide students with drinking water stations with paper cone water cups. However, sometimes the cup is empty without filling by maids. To alleviate this problem, this research proposes a system to manage the paper cone water cup in a cylinder with IoT. This research uses an Arduino microcontroller combined with an ultrasonic sensor to measure the volume of the paper cone water cup and send this measurement through the MQTT protocol to be stored on Google Cloud. These data will be analyzed and notified to a responsive administrative LINE group to properly fill the cups. From the testing of the prototype, the device installed in the water dispenser can work continuously, store the data on the cloud, and alert the staff in real-time. The satisfaction levels of both users and administrative persons are in the highest level of satisfaction accounted for 4.53. achieved the objectives and scope of the thesis.

1. บทนำ

ปัจจุบันในมหาวิทยาลัยมีจุดบริการน้ำดื่มบริเวณต่างๆและส่วนใหญ่นักศึกษาและบุคลากรมักไม่ได้พกแก้วน้ำส่วนตัวจึงจะใช้แก้วกรวยกระดาษที่อยู่ตรงจุดบริการน้ำดื่มปัญหาที่อาจพบได้คือ แก้วกรวยกระดาษหมดซึ่งบางที่แม่บ้านยังไม่สามารถนำแก้วกรวยกระดาษมาเติมได้เนื่องจากอาจติดงานตรงส่วนอื่นหรือไม่สามารถเดินมาดูได้ว่าแก้วกรวยกระดาษหมดหรือยังอีกทั้งยังเพิ่มภาระของแม่บ้านเพราะต้องทำงานซ้ำซ้อนเนื่องจากต้องคอยเดินมาดูว่าแก้วกรวยกระดาษหมดหรือยัง จึงได้คิดระบบบริหารปริมาณแก้วกรวยกระดาษในกระบอกด้วย IoT เพราะช่วยอำนวยความสะดวกในการเติมแก้วกรวยกระดาษแทนการใช้แรงงานคนไปตรวจสอบ เช่น แม่บ้านอาจไม่ทราบ

ว่าแก้วกรวยกระดาษเหลือปริมาณเท่าไร หรือแก้วกรวยกระดาษหมดหรือยังช่วยลดเวลาในการเดินไปตรวจสอบแก้วกรวยกระดาษและยังช่วยเตือนให้แม่บ้านทราบว่าแก้วกรวยกระดาษใกล้หมดแล้ว ควรเติมแก้วกรวยกระดาษเมื่อไร ลดปัญหาเวลาที่ระบุนักศึกษาและบุคลากรต้องการดื่มน้ำแต่แก้วหมดเพราะไม่มีคนมาเติมรวมทั้งปัญหาการใช้แก้วน้ำที่มีการใช้มากกว่า 1-2 ใบ ซึ่งมักจะพบปัญหาตอนหยิบแก้วกรวยกระดาษออกจากกระบอกรับ เนื่องจากเป็นแก้วกรวยกระดาษจึงทำให้เวลาหยิบแก้วน้ำอาจคิดมา 1-2 ใบ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้แก้วน้ำหมดไว ซึ่งงานวิจัยระบบตรวจวัดปริมาณของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกรับด้วย IoT สามารถตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกรับ และเก็บข้อมูลขึ้นบน Google Cloud ได้ โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บบน Cloud สามารถแสดงผลผ่านหน้าเว็บ และแจ้งเตือนผ่านทาง LINE เพื่อมาช่วยแก้ไขปัญหาระบบการเติมแก้วกรวยกระดาษที่อยู่ในกระบอกรับและลดการทำงานของแม่บ้าน อีกทั้งยังสามารถช่วยทำนายสิ่งที่สามารถลงทุนได้เพิ่มเติมในอนาคต เพื่อใช้ในการวางแผนและทำนายว่าสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมตรงไหนอีกบ้างเพื่อลดการทำงานของแม่บ้านและปัญหาแก้วกรวยกระดาษในกระบอกรับหมดงบประมาณในการลงทุนใช้ประมาณเท่าไร เพื่อจะได้คาดคะเนว่าใช้แก้วกรวยกระดาษไปเท่าไร กี่ใบ ใช้น้ำดื่มไปกี่ลิตร เพื่อตอบใจวิทยุนักศึกษาและบุคลากรที่ต้องมาใช้บริการน้ำดื่ม

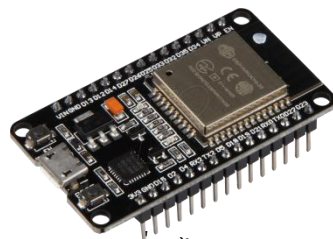
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การใช้งาน IoT ในระบบบริการ

งานวิจัยนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ Internet of Things (IoT) อุปกรณ์ตรวจวัดค่าซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบภาคต่าง ๆ คือ ส่วนประมวลผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงดังรูปที่ 1 ส่วนการสื่อสารและส่วนเซ็นเซอร์โดยงานวิจัยที่มีการนำ Internet of Things (IoT) มาใช้งานนั้น กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และมีลักษณะการนำมาใช้งานที่แตกต่างกันออกไป

2.2 การตั้งค่าและเชื่อมต่อองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ

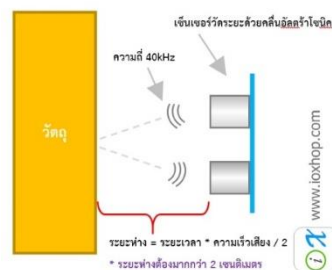
เนื่องจากการสร้างระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วรอยกระดาศในกระบอกจะต้องมีการติดตั้งและเชื่อมต่อเซ็นเซอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อจะอ่านค่าข้อมูลจากเซ็นเซอร์ และประมวลผลข้อมูล ก่อนถูกส่งขึ้นไปบันทึกข้อมูลใน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify ต่อไป



รูปที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ DOIT ESP32 DevKit V1

Ultrasonic Sensor

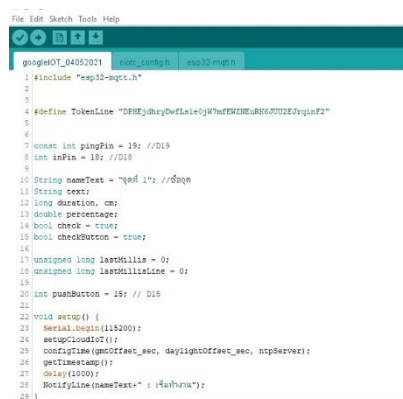
หลักการทำงานของ Ultrasonic Sensor แสดงดังรูปที่ 2 ทำงานโดยส่งคลื่นความถี่เสียงย่านอัลตราโซนิกโดยส่งคลื่นออกมากระทบกับวัตถุหรือชิ้นงานที่ตรวจจับแล้วสะท้อนคลื่นเสียงกลับมาที่ตัวเซ็นเซอร์ ทำให้สามารถตรวจสอบระยะตรวจจับได้ หลักการที่สำคัญของการวัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก คือการส่งคลื่นอัลตราโซนิกจำนวนหนึ่งออกไปจากตัวส่ง (Transmitter) เมื่อคลื่นวิ่งไปชนกับวัตถุ คลื่นจะมีการสะท้อนกลับมา แล้ววิ่งกลับไปชนตัวรับ (Receiver) ด้วยการเริ่มนับเวลาที่ส่งคลื่นออกไป จนถึงได้รับคลื่นกลับมานี้เอง ทำให้เราสามารถหาระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซ็นเซอร์ได้



รูปที่ 2 การทำงานของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตราโซนิก

โปรแกรม Arduino

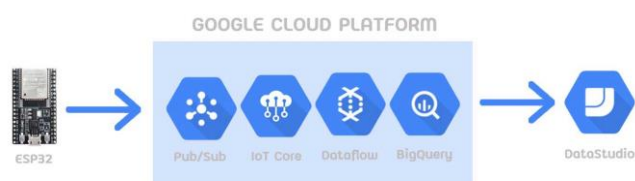
Arduino คือ โครงการที่นำชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันในภาษา C แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งภาษา C นี้เป็นลักษณะเฉพาะ คือมีการเขียนไคลบ์ของ Arduino ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกัน สามารถใช้งานโค้ดตัวเดียวกันได้ โดยตัวโครงการได้ทดลองบอร์ดมาหลายรูปแบบเพื่อใช้งานกับ IDE ของตนเอง สาเหตุหลักที่ทำให้ Arduino เป็นที่นิยมมาก เพราะซอฟต์แวร์ที่ใช้กันร่วมกันสามารถดาวน์โหลดได้ฟรี



รูปที่ 3 โปรแกรม Arduino

Google Cloud

ในระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจะทำการนำข้อมูลไปจัดเก็บลงใน Google Cloud โดย Google Cloud Platform แสดงดังรูปที่ 4 เป็นบริการ Cloud Provider ที่ให้บริการในหลายรูปแบบ ตั้งแต่การรับค่าจาก Device การสร้าง Pipeline และการเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ไปจนถึงการทำ Machine Learning บน Cloud และใช้ Google Data Studio ในการทำ Dashboard



รูปที่ 4 ภาพรวมการทำงานของ Google Cloud Platform

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบงานเดิม

ปัจจุบันในมหาวิทยาลัยมีจุดบริการน้ำดื่มหลายแห่ง แสดงดังรูปที่ 5 และส่วนมากนักศึกษาและบุคลากรจะไม่ได้พกแก้วน้ำส่วนตัวไว้สำหรับดื่มน้ำจึงต้องใช้แก้วกรวยกระดาษมักจะพบปัญหาแก้วน้ำหมด เช่น แม่บ้านยังไม่ได้นำแก้วน้ำมาเติมเนื่องจากอาจติดงานตรงส่วนอื่นจึงไม่ได้เดินมาดูแก้วน้ำว่าหมดหรือยัง อีกทั้งยังเป็นปัญหาต่อแม่บ้านเพราะต้องทำงานซ้ำซ้อนต้องคอยเดินวนมาดูว่าแก้วน้ำหมดหรือยัง จึงได้คิดระบบการตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วน้ำในกระบอกเพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ฉะนั้นการเติมแก้วน้ำด้วยการใช้แรงงานคน เช่น แม่บ้านทำให้เกิดข้อผิดพลาดเนื่องจากไม่ทราบว่าแก้วน้ำนั้นหมดช่วงเวลาไหนและเหลือปริมาณเท่าไร อาจส่งผลให้เกิดการผิดพลาดในการเติมแก้วน้ำหรืออาจลืมเติมแก้วน้ำจึง ทำให้เกิดปัญหานักศึกษาและบุคลากรไม่สามารถดื่มน้ำได้ รวมทั้งปัญหาการใช้แก้วน้ำที่มีการใช้ในปริมาณมากกว่า 1-2 ใบ เพื่อมาช่วยแก้ไขปัญหาระบบการเติมแก้วน้ำที่อยู่ในกระบอกและลดการทำงานของแม่บ้าน อีกทั้งเจ้าของมหาวิทยาลัยได้ทราบและทำนายสิ่งที่จะได้ลงทุนในอนาคตเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการวางแผนและทำนายว่าสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมตรงไหนอีกบ้าง งบประมาณในการลงทุนใช้ประมาณเท่าไร เพื่อจะได้คาดคะเนว่าใช้แก้วน้ำไปเท่าไร กี่ใบ ใช้น้ำกี่ลิตร

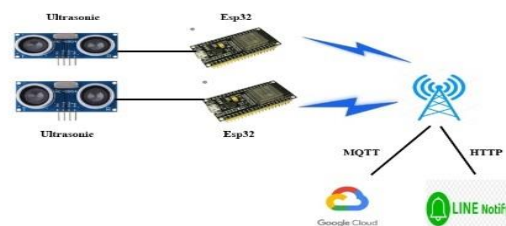


รูปที่ 5 จุดบริการน้ำดื่ม

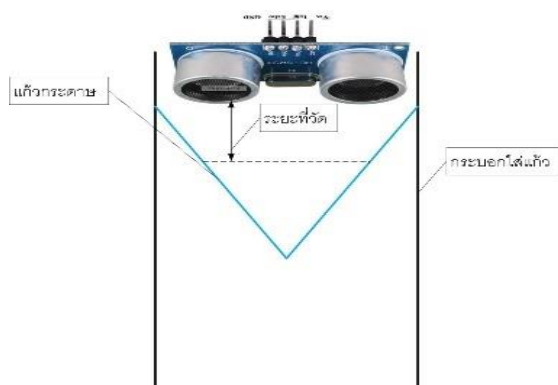
3.2 ภาพรวมของระบบงานใหม่

การออกแบบเครื่องมือการทดลอง

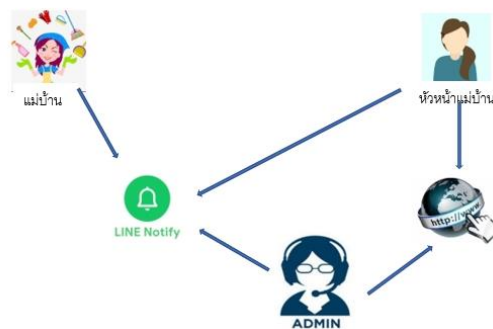
ปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มีความจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสร้างระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกขึ้นมา โดยจะมีการเชื่อมต่อ Ultrasonic Module ต่ออุปกรณ์เข้ากับ ESP32 MCU และเขียน โค้ด เพื่อวัดระยะห่างจากฝากระบอกไปยังแก้วใบบนสุด ทำการส่งคลื่นออกไปแล้วจับเวลาที่คลื่นกระทบกับวัตถุสะท้อนกลับมาเข้าตัวรับ ทำให้สามารถวัดระยะทางระหว่างวัตถุถึงตัวเซ็นเซอร์และสามารถวัดระยะทาง Ultrasonic Module ได้ จะเป็นตัวตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วน้ำที่ใกล้หมด โดยจะตั้งค่าให้เหลือแก้วกรวยกระดาษปริมาณร้อยละ 10 ก่อนหมด ถ้าเมื่อไหร่แม่บ้านมีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกจะตั้งค่าให้แก้วน้ำปริมาณร้อยละ 60 แสดงว่ามีการเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกแล้ว และเชื่อมต่อสู่อินเทอร์เน็ตไปยัง Google Cloud เพื่อทำหน้าที่ในการจัดเก็บบันทึกข้อมูลและแจ้งเตือนสถานะผ่านทาง LINE แสดงดังรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 6 ภาพรวมของระบบวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก



รูปที่ 7 การทำงานวัดปริมาณร้อยละของแก้วรอยกระดาษในกระบอก



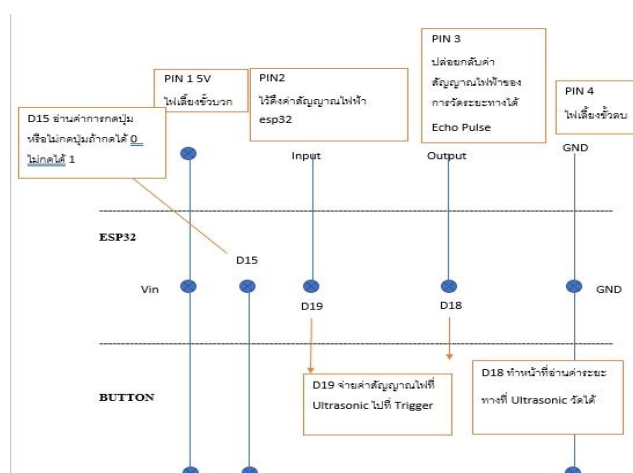
รูปที่ 8 User Case Diagram

3.3 หน้าการทำงานของ User

1. แม่บ้านและห้วหน้าแม่บ้านจะได้รับการแจ้งเตือนข้อมูลแก้วรอยกระดาษในกระบอกผ่านทาง LINE Notify แสดงดังรูปที่ 8
2. ห้วหน้าแม่บ้านสามารถเข้า เว็บ เรียกดูหน้า Dashboard Data Studio เพื่อตรวจสอบข้อมูลแก้ว รอยกระดาษในกระบอก
3. Admin มีหน้าที่จัดการระบบ ควบคุมโครงการที่เกี่ยวข้อง

3.4 อธิบายการทำงานต่อพิน แสดงดังรูปที่ 9

Hardware diagram Ultrasonic



รูปที่ 9 การทำงานต่อพิน

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบการใช้งาน

ในงานวิจัยนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาษในกระบอก โดยมีการประยุกต์นำเทคโนโลยีมาใช้ในการตรวจวัดข้อมูลและประมวลผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยไม่ต้องใช้มนุษย์ในการเฝ้าระวังและช่วยลดการทำงานของแม่บ้าน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบติดตั้งระบบตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาษในกระบอกโดยมีผลลัพธ์การทำงาน ดังนี้

4.1 เริ่มจากนำอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาษในกระบอกเสียบปลั๊กไฟเพื่อ

เปิดอุปกรณ์ดูว่าไฟติดไหมและเชื่อมต่อ GCP ได้หรือไม่

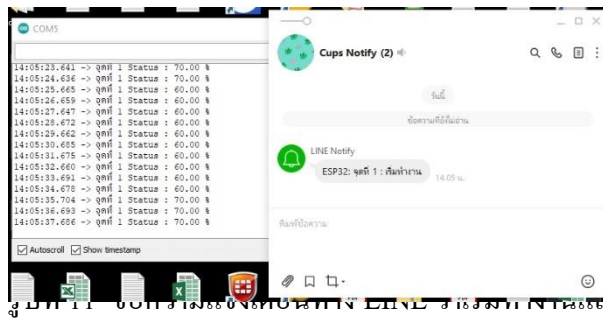
กรณีไม่สามารถเชื่อมต่อกับ GCP ได้ จะแสดง จดๆไปเรื่อยๆจนกว่าจะเชื่อมต่อได้ แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 กรณีไม่สามารถเชื่อมต่อกับ GCP ได้ จะแสดง เครื่องหมายจุดต่อเนื่องจนกว่าจะเชื่อมต่อได้

4.2 กรณีเชื่อมต่อสมบูรณ์

จะมีข้อความแจ้งเตือนทาง LINE เริ่มทำงานและข้อมูลบน Serial Monitor มีการเคลื่อนของค่าปริมาณแก๊วน้ำ แสดงดังรูปที่ 11

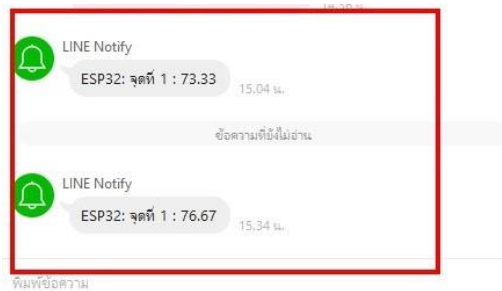


ข้อมูลบน Serial Monitor

4.3 เมื่อระบบทำงานมีเหตุการณ์อะไรบ้าง

แจ้งสถานะปริมาณแก้วทุก 30 นาที ผ่านทาง LINE จะเห็นได้ว่าเมื่อครบทุก

30 นาทีจะมีการแจ้งสถานะปริมาณแก้วกรวยกระด้ายได้จริง แสดงดังรูปที่ 12



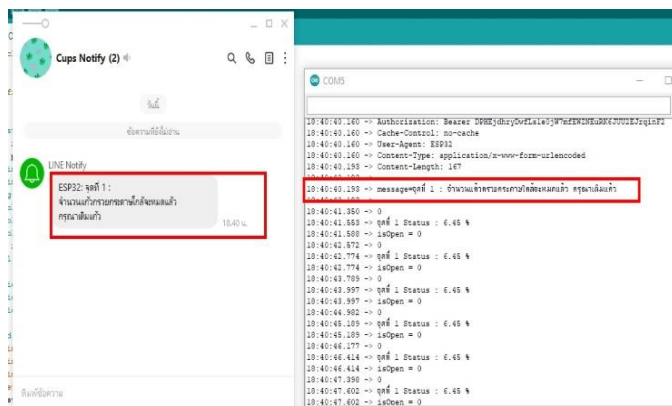
รูปที่ 12 สถานะปริมาณแก้วกรวยกระด้ายทุก 30 นาที ผ่านทาง LINE

4.4 แจ้งสถานะเมื่อปริมาณน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ผ่านทาง LINE

เมื่อแก้วน้ำใกล้จะหมด น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแจ้งเตือนเป็นข้อความทาง LINE ว่า

“จำนวนแก้วกรวยกระด้ายใกล้จะหมดแล้ว กรุณาเติมแก้ว”

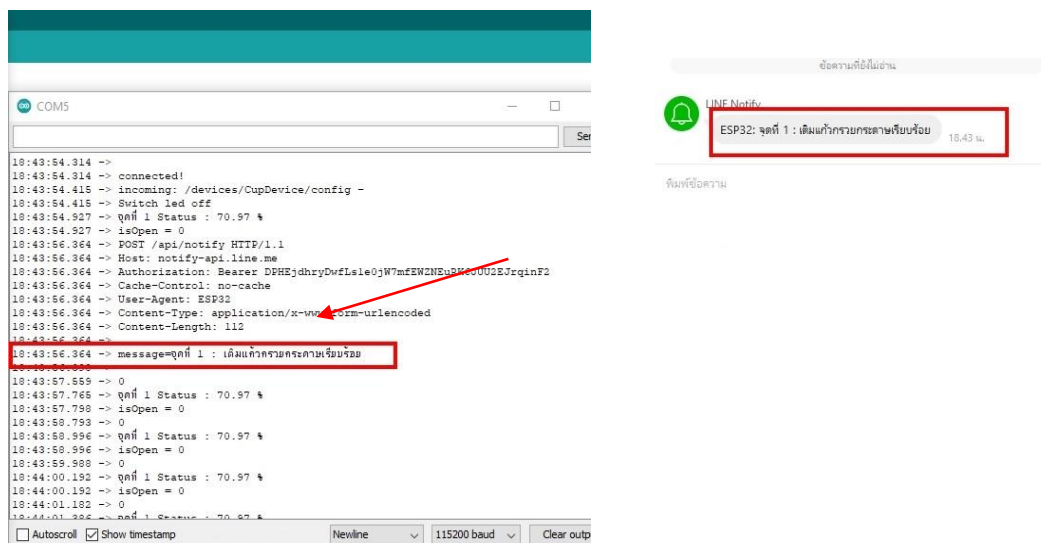
แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 การแจ้งเตือนส่ง LINE ว่า “จำนวนแก้วกรวยกระดาษใกล้จะหมดแล้ว กรุณาเติมแก้ว”

4.5 แจ้งสถานะการทำงานเมื่อแม่บ้านเข้าทำการเติมแก้วกรวยกระดาษ

เมื่อแม่บ้านเติมแก้วกรวยกระดาษในกระบอกรีบร้อยแล้วและจะมีข้อความแจ้งเตือนผ่านทาง LINE ว่า “เติมแก้วกรวยกระดาษเรียบร้อยแล้ว” แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การแจ้งเตือนผ่านทาง LINE “เติมแก้วกรวยกระดาษเรียบร้อยแล้ว”

4.6 ส่งข้อมูลปริมาณแก้วน้ำปัจจุบันทุก 1 นาที ขึ้น GCP

จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที ได้จริง

แสดงดังรูปที่ 15- 18

```
15:23:41.611 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:42.800 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:43.792 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:44.816 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:45.806 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:46.828 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:47.818 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:48.811 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:49.838 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:49.838 -> [{"device_id":"001", "percentage":"80.00", "timestamp":"2021-05-20 15:24:02"}]
15:23:50.827 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:51.850 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:52.836 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:53.857 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:54.846 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:55.832 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:56.853 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:57.837 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:23:58.870 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
```

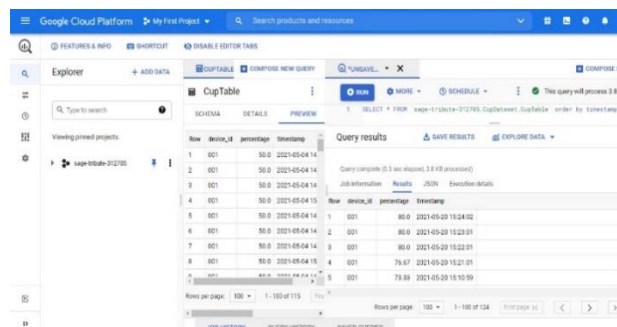
รูปที่ 15 ผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที

```

15:24:43.009 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:43.997 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:44.988 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:46.012 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:47.003 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:48.022 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:49.014 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:50.007 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:50.007 -> [{"device_id":"001", "percentage":"80.00", "timestamp":"2021-05-20 15:25:02"}]
15:24:51.030 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:52.015 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:53.035 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:54.045 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:55.030 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:56.054 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:57.041 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %
15:24:58.036 -> จุดที่ 1 Status : 80.00 %

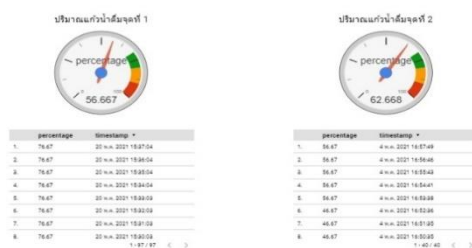
```

รูปที่ 16 ผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก 1 นาที



รูปที่ 17 ภาพข้อมูลจริงที่เก็บในฐานข้อมูลของ GCP

ระบบตรวจสอบปริมาณแคว้นน้ำดื่ม DPU



รูปที่ 18 ภาพหน้า Dashboard

ผลการทดลองทดสอบประสิทธิภาพ

จำนวนแคว้นในกระบอก	ค่าระยะทาง (cm.)	ค่าปอร์เซ็นต์
0	31	0
10	30	3.23
20	28	9.68
30	25	19.35
40	26	16.13
50	23	25.81
60	21	32.26
70	22	28.03
80	17	45.16
90	17	45.16
100	15	51.61
110	12	61.29
120	11	64.52
130	9	70.97
140	9	70.97
150	9	70.97
160	9	70.97
170	6	80.65

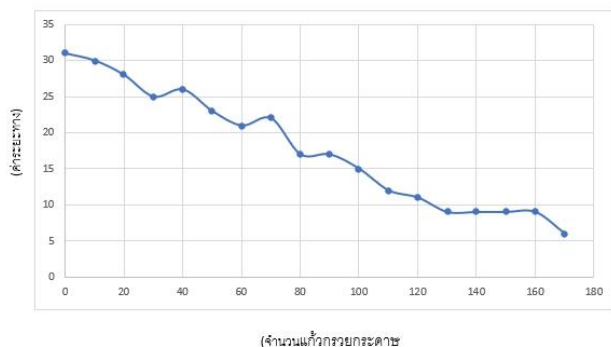
รูปที่ 19 ผลการทดลอง

จากตารางแสดงดังรูปที่ 19 พบว่า เมื่อใส่แก้วรอยกระดาษเต็มกระบอกซึ่งได้ค่า 170 ใบ จะมีค่าแสดงผลเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก 20 เปอร์เซ็นต์ ที่หายไปเป็นค่าที่สูญเสียของค่าระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์กับแก้วรอยกระดาษในกระบอก

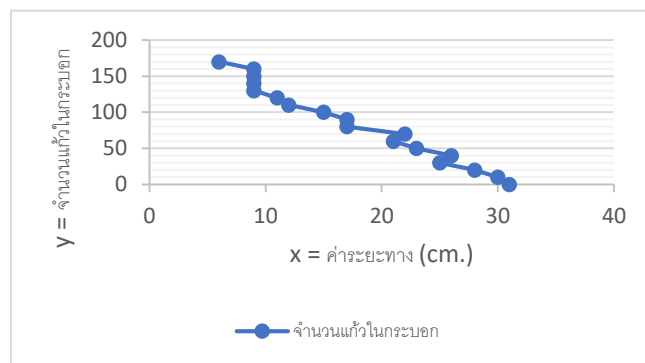
จากการทดลองพบว่า ค่าที่วัดได้สามารถเกิดความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากการใส่แก้วรอยกระดาษวางอัดซ้อนกันจะเกิดจากการยืดหยุ่นของแก้วรอยกระดาษที่วางทับซ้อนได้ต่างกัน จากตารางผลการทดลองทดสอบประสิทธิภาพจึงสามารถคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์

$$= 100 - \frac{\text{ระยะทางที่วัดได้} \times 100}{s}, s = \text{ความยาวของปากกระบอกด้านบนจนถึงด้านล่าง 31 ซม.}$$

แสดงดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 กราฟแสดงผลเมื่อค่าระยะทางเป็นแกน y



รูปที่ 21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแก้วรอยกระดาษในกระบอกกับระยะทาง

การหาความสัมพันธ์ของกราฟแบบเป็นเส้นตรง แสดงดังรูปที่ 21

สามารถหาได้จากสูตร $y = mx + c$

โดยที่

y = จำนวนแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

x = ค่าระยะทาง (cm.)

m = ค่าความชัน (slope) ของเส้นตรง

c = ค่าจุดตัดบนแกน y (y intercept)

ค่าความชันของกราฟ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าระยะทางกับจำนวนแก้วกรวย
กระดาษในกระบอก การหาค่า m (ค่าความชัน) หาได้จากสมการ ดังนี้

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

จากผลการทดลองเมื่อนำมาพล็อต กราฟ ทำให้กราฟไม่เป็นเส้นตรง จึงต้องประมาณค่าโดยการ
ลากเส้นกราฟให้ใกล้เคียงกับทุกจุดในกราฟให้มากที่สุด

จึงประมาณค่าได้จุด 2 จุดระหว่างกราฟ ดังนี้ $(x_1, y_1) \rightarrow (9, 140)$ และ $(x_2, y_2) \rightarrow$
 $(31, 0)$

ดังนั้น จึงหาค่าความชันได้ตามสูตร ดังนี้

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{0 - 140}{31 - 9}$$

$$m = -6.36$$

ดังนั้น ค่าความชันระหว่างจุด 2 จุด ระหว่างจุด (9,140) และ (31,0) จะได้ค่าความชันเป็น

$$m = -6.36$$

การหาค่า c (จุดตัดบนแกน y)

เนื่องจากได้ค่าความชัน $m = -6.36$ และจากสมการ $y = mx + c$

จะได้ว่า

$$y = -6.36x + c$$

และเนื่องจาก เส้นตรงที่ผ่านจุด (9,140) จะได้

$$140 = -6.36(9) + c$$

$$c = 6.36(9) + 140$$

$$c = 197.24$$

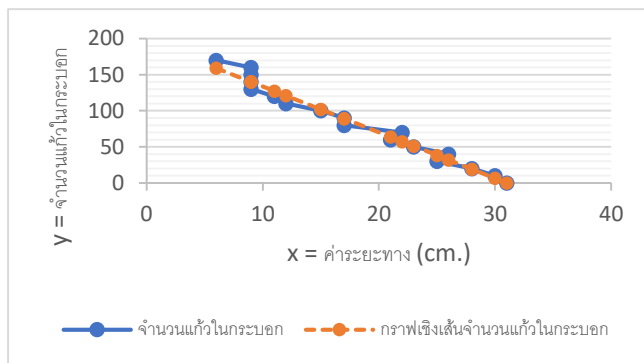
ดังนั้น ค่าจากเส้นตรงที่ผ่านจุด (9,140) จะได้ค่าจุดตัดบนแกน y เป็น $c = 197.24$ จึงได้

สมการเส้นตรง ดังนี้

$$y = -6.36x + 197.24$$

ดังนั้นจะสามารถ พล็อต กราฟเส้นตรงโดยใช้สมการ $y = -6.36x + 197.24$ โดยที่ตัว

แปรต้น เป็นค่าระยะทาง ดังแสดงในรูปที่ 21

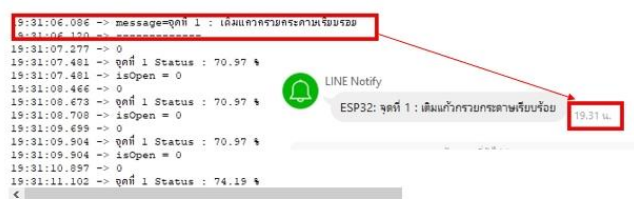


รูปที่ 22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแ้วกรวยกระดาศในกระบอกกับระยะทาง และสมการเส้นตรงของจำนวนแ้วกรวยกระดาศในกระบอก

4.7 คำตอบสนอง

คำตอบสนอง (ใน โปรแกรมออกแบบให้แจ้งเตือนผ่านทาง LINE จะทำงานแบบ Real-Time แสดง

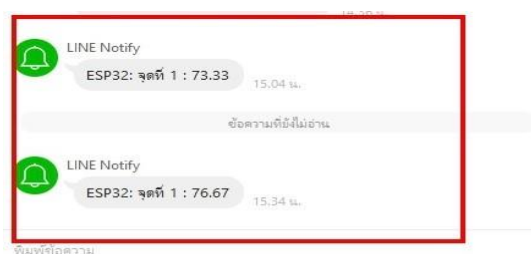
ดังรูปที่ 23-24



รูปที่ 23 จากผลการแคปเจอร์จะเห็นได้ว่า

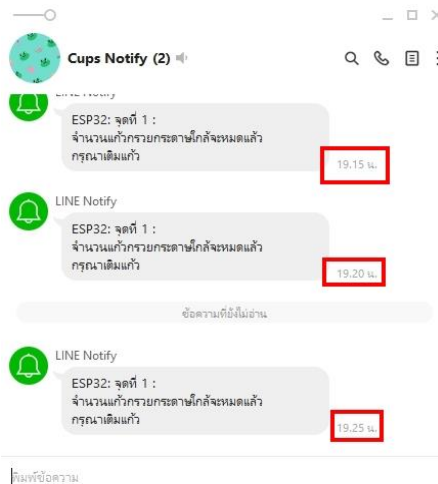
ข้อมูลช่วงเวลาตรงกัน

การแจ้งเตือน เปอร์เซ็นต์ สถานะแ้วกรวยกระดาศในปัจจุบันแจ้งเตือนทุก ๆ 30 นาที



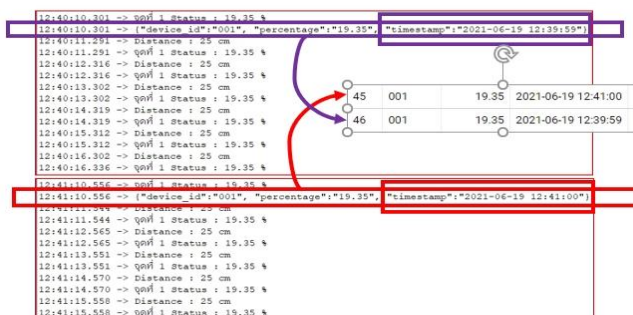
รูปที่ 24 การแจ้งเตือน เปอร์เซ็นต์ สถานะแ้วกรวยกระดาศ

การแจ้งเตือน เปอร์เซ็นต์ สถานะแก้วรยกระดาษในปัจจุบันแจ้งเตือนทุก ๆ 5 นาที เมื่อ
 แม่บ้านยังไม่ได้ทำการเติมแก้วรยกระดาษ แสดงดังรูปที่ 25-26



รูปที่ 25 การแจ้งเตือน เปอร์เซ็นต์ สถานะแก้วรยกระดาษ

การส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก ๆ 1 นาที จะมีค่าหน่วยเวลาทุก 10 วินาที



รูปที่ 26 การส่งข้อมูลขึ้น GCP ทุก ๆ 1 นาที

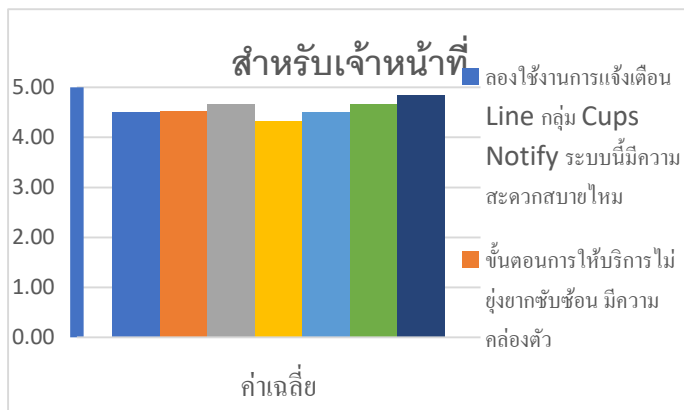
4.8 การทดสอบด้านความพึงพอใจ

ได้จัดทำแบบสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการนี้ขึ้นมา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุง
 คุณภาพการบริการให้มีประสิทธิภาพและดียิ่งขึ้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านตอบข้อความตาม
 ความเป็นจริง สรุปผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมดของระบบงาน แสดงดังรูปที่
 27-28 เฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.53 โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

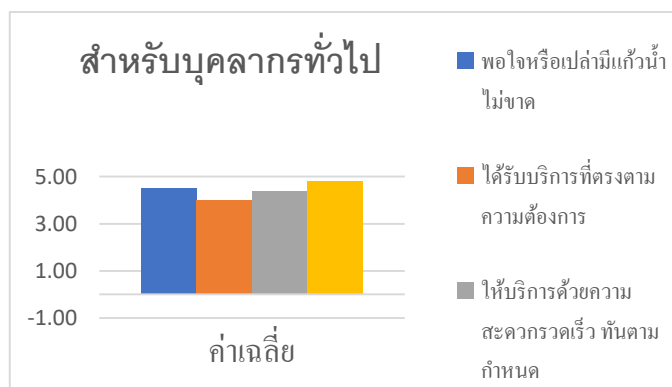
1. กลุ่มสำหรับเจ้าหน้าที่ เฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.57

2. กลุ่มสำหรับบุคลากรทั่วไป เฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.50



รูปที่ 27 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับเจ้าหน้าที่



รูปที่ 28 ผลการประเมินความพึงพอใจสำหรับบุคลากรทั่วไป

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน LINE นั้น สามารถตรวจวัดปริมาณแก้วกรวยกระดาษได้เป็นอย่างดี และสามารถนำค่าข้อมูลที่วัดได้มาช่วยในการตัดสินใจ เพื่อแจ้งเตือนผ่านทาง LINE และเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถจัดเก็บข้อมูลลงใน Google Cloud ได้ตลอดเวลาซึ่งช่วยให้ลดค่าใช้จ่าย โดยไม่ต้องเฝ้าระวังตลอดเวลา และไม่ต้องใช้มนุษย์ในการจัดการข้อมูล สำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต มีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลทั้งหมดที่มีไปใช้ในการทำนายบอกเหตุที่จะเกิดขึ้นกับระบบ

ตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ คาดการณ์ว่าควรเติมแก้วกรวยกระดาษเท่าไร และควรติดตั้งระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในจุดอื่น ๆ ใหม่ หรือในจุดนั้นมีระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษแล้วแต่นักศึกษาหรือนุเคราะห์อาจไม่มีการเรียนการสอน

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในระบบมีการนำเทคโนโลยี ESP32 และ Ultrasonic Sensor มาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษในกระบอกและค่าสถานะของแก้วกรวยกระดาษในกระบอก

เมื่อระบบทำงานมีเหตุการณ์

1.แจ้งสถานะปริมาณแก้วทุก 30 นาที ผ่านทาง LINE จะเห็นได้ว่าเมื่อครบทุก 30 นาทีจะมีการแจ้งสถานะปริมาณแก้วกรวยกระดาษ คือค่าที่ได้จริง

2.มีการนำค่าข้อมูลที่วัดปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษมาช่วยในการตัดสินใจเพื่อแจ้งเตือนผ่านทาง LINE และเพื่อป้องกันแก้วกรวยกระดาษในกระบอกหมดก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง

3.แจ้งสถานะเมื่อปริมาณน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ผ่านทาง LINE เมื่อแก้วน้ำใกล้จะหมดน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีการแจ้งเตือนส่งข้อความทาง LINE ว่า จำนวนแก้วกรวยกระดาษใกล้จะหมดแล้ว

4.มีการจัดเก็บหรือบันทึกข้อมูลซึ่งมีปริมาณมาก โดยไม่ต้องเฝ้าระวังตลอดเวลาและไม่ต้องใช้มนุษย์ในการจัดการข้อมูล โดยใช้ GCP

5.ส่งข้อมูลปริมาณแก้วน้ำปัจจุบันทุก 1 นาที ขึ้น GCP

สำหรับงานวิจัยต่อไปในอนาคต มีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลทั้งหมดที่มีไปใช้ในการทำนายบอกเหตุที่จะเกิดขึ้นกับระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก้วกรวยกระดาษ คาดการณ์ว่าควรใช้

แก๊วกรวยกระดาศในการเติมเท่าไรและควรติดตั้งระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาศในจุดอื่น ๆ ไหมหรือในจุดนั้นมีระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาศแล้วแต่นักศึกษาหรือบุคลากรอาจไม่มีการเรียนการสอน

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่พบในงานวิจัย

1.การสร้างระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาศในงานวิจัยนี้มีการใช้เซ็นเซอร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเซ็นเซอร์สำหรับการทดลองและวิจัย ซึ่งมีคุณภาพของเซ็นเซอร์ที่ไม่สูงมากนักเนื่องด้วยราคาที่ถูกลงและจุดที่ไม่มีสัญญาณ WIFI หากนำไปใช้งานอย่างจริงจังจึงต้องแก้ปัญหาด้วยการลงทุนไปใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีระบบการสื่อสารแบบ LTE

2.จากการทดลองพบว่า ค่าที่วัดได้สามารถเกิดความคลาดเคลื่อนได้

เนื่องจากการใส่แก๊วกรวยกระดาศมีการวางอัดซ้อนกันจะเกิดการยืดหยุ่นของแก๊วกรวยกระดาศที่วางทับซ้อนได้ต่างกัน ในอนาคตสามารถปรับปรุงหรือเพิ่มเซ็นเซอร์เพื่อวัดค่าปริมาณแก๊วกรวยกระดาศให้มีความแม่นยำมากขึ้นแต่ก็จะมีการลงทุนที่สูงขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบปริมาณร้อยละของแก๊วกรวยกระดาศ IoT บน Google Cloud และแจ้งเตือนผ่าน LINE นั้น ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบให้กับหลาย ๆ จุด เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีปริมาณมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้มีข้อมูลในการเปรียบเทียบและสามารถนำไปใช้เพื่อสร้างงานวิจัยที่จะสามารถวางแผนจุดติดตั้งน้ำดื่ม วางแผนค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ ค่าบำรุงการรักษารักษาอุปกรณ์ คำนวณแก๊วกรวยกระดาศที่ต้องใช้ และค่าใช้จ่ายต่อปีหรือต่อเดือนประมาณเท่าไร สามารถคาดคะเนปริมาณน้ำที่ต้องใช้หรือคาดคะเนว่าต้องจ้างแม่บ้านกี่คน และถ้ามีข้อมูลปริมาณมาก ๆ ใน GCP เราสามารถนำไปต่อยอดในงานวิจัยสาขา Big Data ได้

บรรณานุกรม

เกียรติศักดิ์ บุญเดช. การประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันสะท้อนและระบุตำแหน่งในการ

ติดตามการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สืบค้นเมื่อ

วันที่ 5 ตุลาคม 2562 จาก

<https://ethesis.lib.ku.ac.th/dspace/bitstream/123456789/622/1/6214300256.pdf>

เฉลิมพล สุนทรนนท์. การสร้างระบบตรวจสอบสถานะของตู้ Rack. วิทยาลัย/คณะ วิศวกรรม

เทคโนโลยี สาขา คอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2562

จาก ข้อมูลร้อยตารางเอก เฉลิมพล สุนทรนนท์

ชยณัฐ เพชรนุ้ม. การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 สร้างพัฒนาสื่อนวัตกรรม เครื่องวัด

ความสูงอัตโนมัติด้วยระบบเซนเซอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณสงขลาสาขาคอมพิวเตอร์

ปริญาตรี สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2562 จาก

http://www.thaischool1.in.th/_files_school/90100724/workteacher/90100724_1_20210516-082010.pdf

ชุติมา ชาโท, และศิริพงษ์ แจ้งสว่าง. เครื่องวัดความสูงดิจิทัลสำหรับการวิเคราะห์พัฒนาการของ

เด็กในโรงเรียนประถมศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562 จาก

http://digital_collect.lib.buu.ac.th/project/b00258043.pdf

นิคม ลนขุนทด. โปรแกรมควบคุมระบบการตรวจจับปริมาณแก๊สแอลพีจีในห้องครัวด้วย

ไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สืบค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2562 จาก

<https://so03.tcithaijo.org/index.php/RDIBRU/article/download/129228/97149/>

ปฎิพัทธ ศรีแสง. เครื่องวัดระดับน้ำเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลผ่านเซนเซอร์ไร้สาย

มหาวิทยาลัยทักษิณ. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2562 จาก

<https://ph02.tcithaijo.org/index.php/tsujournal/article/download/43653/36085/>

พงษ์ประภัทร ชูหิรัญญ์วัฒน์,นายกรรรชร เอมนุกุลกิจ,นายสุวัฒน์ สวานทรง. ระบบออกแบบ

แบบจำลองลานจอดรถอัจฉริยะสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2562 จาก

<http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7163/2/Fulltext.pdf>

อัยญาบุรุษ น้อยผล,และ นพดล มณีรัตน์. เครื่องคัดแยกโลหะโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562 จาก <https://ph01.tci->

[thaijo.org/index.php/lej/article/download/241416/164236/](https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/lej/article/download/241416/164236/)